

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
22. März 2001 (22.03.2001)

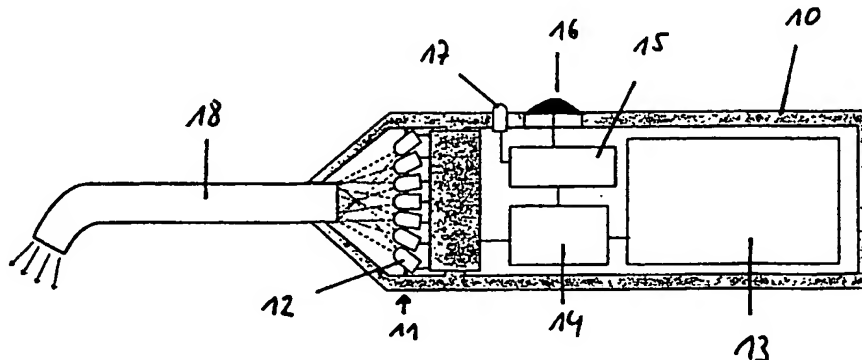
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/19280 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation: A61C 13/15
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/08058
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
18. August 2000 (18.08.2000)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
199 43 393.3 10. September 1999 (10.09.1999) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): ESPE DENTAL AG [DE/DE]; Espe Platz, D-82229  
Seefeld (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HARTUNG, Martin  
[DE/DE]; Albanstrasse 2, D-81541 München (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: ESPE DENTAL AG; Dr.  
Roland Brem, ESPE Platz, 82229 Seefeld (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU,  
CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,  
MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,  
TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eura-  
sisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),  
europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI,  
FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI-Patent  
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE,  
SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:  
— Mit internationalem Recherchenbericht.
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: IRRADIATION UNIT

(54) Bezeichnung: BESTRAHLUNGSGERÄT



(57) Abstract: The invention relates to an irradiation unit comprising a light emitting unit and a light absorbing unit with an entrance orifice whereby said light-emitting unit comprises a plurality of light-emitting elements, whose rays are emitted in the form of a luminous cone directly irradiating the entrance orifice.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Bestrahlungsgerät, umfassend eine lichtemittierende Einheit und eine lichtaufnehmende Einheit mit einer Eintrittsöffnung, wobei die lichtemittierende Einheit eine Mehrzahl von lichtemittierenden Elementen umfasst, deren in einem Lichtkegel emittierten Strahlen die Eintrittsöffnung unmittelbar bestrahlen.

WO 01/19280 A1

Bestrahlungsgerät

5 Die Erfindung betrifft ein Bestrahlungsgerät mit hoher Lichtleistung, umfassend eine lichtemittierende Einheit, vorzugsweise LEDs, und eine lichtleitende Einheit mit einem lichtaufnehmenden Bereich, wie einen faseroptischen Lichtleiter, das vorzugsweise im medizinischen Bereich Anwendung findet.

10 Aus der JP-A-9-10238 ist ein dentales Bestrahlungsgerät bekannt, bei dem ein Array aus Leuchtdioden an der Kalottenfläche eines kugelsektorförmigen Lichtleitkörpers aus Quarz oder Kunststoff angeordnet ist, dessen Spitze in einen Lichtleiterstab übergeht. Die Strahlen der Leuchtdioden werden von dem Lichtleitkörper durch Reflexion an der konischen Wandung gebündelt  
15 und in den Lichtleiterstab eingeleitet.

Die WO-97/36552 offenbart ein weiteres dentales Bestrahlungsgerät, bei dem ein planares Array aus Leuchtdioden mit parallelen optischen Achsen der gekrümmten Eingangsfläche eines wiederum konischen Lichtleitkörpers gegenübersteht. Dieser Kondensor ist ausgangsseitig an einen Lichtleiter  
20 gekoppelt und gegebenenfalls mit einer optische transparenten Flüssigkeit gefüllt.

Abgesehen davon, dass derartige konische Lichtleitkörper, wie sie in oben genannten Schriften, oder auch in der WO 99/16136 (Fig. 4) beschrieben wurden, in der Herstellung aufwendig sind und das Gewicht des Gerätes  
25 erhöhen, verursachen sie auch erhebliche Strahlungsverluste. Diese resultieren daraus, dass bei jeder Reflexion eines Lichtstrahls an der konusförmigen Wandung des Lichtleitkörpers der Strahl um das doppelte des Konuswinkels von der optischen Achse abgelenkt wird. Dies führt schon nach wenigen Reflexionen dazu, dass der Winkel für Totalreflexion im  
30 Lichtleiter überschritten wird und die Strahlen aus dem Lichtleiter austreten oder, im Falle einer Verspiegelung des Lichtleiters, die Strahlen sogar ihre Richtung umdrehen und somit nicht zur Lichtaustrittsöffnung sondern zu der Lichteintrittsöffnung zurück geleitet werden. Derartige Anordnungen funktionieren daher nur für den Anteil des von den LEDs eingestrahnten

Lichtes, dessen Strahlen nur in einem sehr engen Winkelbereich gegenüber der optischen Achse verkippt sind. Somit kann der überwiegende Teil des von den LEDs abgestrahlten Lichts nicht zur Beleuchtung der Behandlungsfläche genutzt werden, da die Leuchtkegel, mit denen LEDs Licht abstrahlen  
5 üblicherweise deutlich größere Öffnungswinkel aufweisen.

Aus der WO-99/16136 (Fig. 6) ist außerdem ein Gerät mit einem mehrfachkonischen Lichtleitkörper bekannt, bei dem mehrere ringförmige Lichteintrittsflächen einer kreisförmigen Lichteintrittsfläche vorangestellt sind. Dabei wird mit dem mehrfachkonischen Lichtleitkörper das Licht von der  
10 ersten kreisförmigen Lichteintrittsfläche in den Zentralbereich zwischen der ersten ringförmigen Lichteintrittsfläche gelenkt. Zusammen mit dem Licht der LEDs, die ringförmig angeordnet diese Lichteintrittsöffnung bestrahlen, wird es nunmehr in das Zentrum einer weiteren Kombination aus LED-Ring und ringförmiger Eintrittsfläche geleitet. Das so gesammelte Licht wird nun durch  
15 den im weiteren Verlauf nochmals konischen Lichtleiter zu einer Austrittsöffnung geführt.

Auch bei dieser Anordnung gelangt aus den oben genannten Gründen nur ein geringer Anteil der von den LED emittierten Strahlen zu der Lichtaustrittsöffnung und damit zu dem zu bestrahlenden Ort. Durch die  
20 Hintereinanderschaltung mehrerer konischer Lichtleitkörper ist die Effizienz der von der Austrittsöffnung am weitest entfernt gelegenen Bereiche sogar gegenüber einem einfachkonischen Kondensor nochmals reduziert. Zudem ist die Fertigung des mehrfachkonischen Lichtleiters nochmals aufwendiger und teurer.

Es sind auch andere Ausführungen von auf LED basierten Bestrahlungsgeräten, die ohne einen konischen Lichtleitkörper und die damit verbundenen Nachteile auskommen, bekannt. So werden in der JP 08-141001 (Fig. 1) und WO 99/35995 (Fig. 4) optische Sammellinsen zur Bündelung der von einem LED Array emittierten Strahlen und Fokussierung  
30 dieser auf die Lichteintrittsfläche eines Lichtleiters vorgeschlagen. Dabei wird die Gesamtheit der von den einzelnen LED's in Richtung der Sammellinse emittierten Strahlen abgelenkt. Die Ablenkung in die gewünschte Richtung und Fokussierung der Strahlen gelingt allerdings wiederum nur für den Anteil

der Strahlen, die im wesentlichen parallel auf die Sammellinse auftreffen, oder, abhängig von der Größe der Lichteintrittsfläche, geringfügig von dieser Richtung abweichen. Ein erheblicher Anteil der Strahlen kann von der Sammellinse nicht auf die Lichteintrittsöffnung geleitet werden und ist somit  
5 für die Bestrahlung des Behandlungsortes verloren.

Bei der in Fig. 1 der WO 99/35995 gezeigten Anordnung werden 9 LEDs individuell in Richtung eines Lichtleiters ausgerichtet, wobei lediglich eine teilweise Durchhärtung einer lichthärtenden Probe beobachtet werden konnte. Dies ist auf unzureichende Lichtleistung in Folge nicht optimaler  
10 Lichteinkopplung sowie der geringen Anzahl der mit der beschriebenen Anordnung verwendbaren LEDs zurückzuführen.

Bei einem weiteren Gerät, dass in der WO 00/13608 beschrieben ist, und auf einer ähnlichen Anordnung der LEDs zu der Lichteintrittsöffnung eines Lichtleiters basiert, wird die Lichtleistung dadurch erhöht, dass zum einen ein  
15 konischer Lichtleiter verwendet, zum anderen die Dioden mit einem vielfachen des nominalen Arbeitsstromes beaufschlagt werden. Der konische Lichtleiter bringt die schon weiter oben beschriebenen Probleme mit sich. Nachteilig an den hohen Betriebsströmen ist, dass überproportional viel Verlustwärme an den LEDs entsteht, wodurch das Gerät nach kurzer Zeit  
20 warm wird und längere Zeit bis zur Abkühlung nicht verwendet werden kann. Zudem leidet die Lebensdauer von LEDs stark unter den hohen Betriebsströmen. Dies äußert sich im Laufe der Zeit in einem kontinuierlichen Abfall der Lichtleistung.

Auch die in der WO 99/35995 oder der EP-A-0 879 582 vorgeschlagenen  
25 Anordnungen für LEDs in Form von einzelnen Halbleiterchips auf einem gemeinsamen Substrat sind nicht unproblematisch, da sich die einzelnen Elemente gegenseitig aufheizen, wodurch wiederum der Lichtintensität und/oder der Lebensdauer Grenzen gesetzt sind. Zudem ist die Herstellung derartiger Anordnungen wesentlich aufwendiger und teurer, da nicht auf  
30 Standardbauteile, die auch mechanisch gut zu handhaben sind, zurückgegriffen werden kann.

Obigen Geräten ist somit gemeinsam, dass die erreichbaren Lichtleistungen durch die dort beschriebenen Anordnungen der LEDs limitiert sind.

Folglich ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Bestrahlungs-  
gerät mit verbesserter Lichtleistung bereitzustellen, womit z.B. eine  
5 schnellere und sicherere Durchhärtung von lichthärtenden dentalen  
Füllungsmaterialien erreicht werden kann.

Diese Aufgabe wird durch ein Bestrahlungsgerät gelöst, wie es in den  
Ansprüchen beschrieben ist.

Unter lichtemittierender Einheit im Sinne der Erfindung ist jede Form von  
10 Strahlungsquelle zu verstehen, die Licht erzeugt, vorzugsweise mit einer  
Wellenlänge im Bereich von 400 bis 500 nm. Vorzugsweise erfolgt diese  
Emission gerichtet. Die lichtemittierende Einheit umfasst üblicherweise eine  
Mehrzahl von lichtemittierenden Elementen.

Insbesondere fallen hierunter lichtemittierende Dioden (LED). Möglich ist  
15 aber auch der Einsatz von Laserdioden, wie sie in der EP-A-0 755 662  
beschrieben werden.

Eine lichtaufnehmende Einheit im Sinne der Erfindung ist jede Vorrichtung,  
die fähig ist, Licht, das von der lichtemittierenden Einheit bzw. den  
lichtemittierenden Elementen erzeugt wird, aufzunehmen und gerichtet  
20 wieder abzugeben.

Üblicherweise handelt es sich hierbei um sogenannte Lichtleiterstäbe, die  
aus einer Vielzahl von gebündelten Glasfasern bestehen. Diese Licht-  
leiterstäbe sind über eine Kupplung oder ein Gewinde reversibel mit der  
lichtemittierenden Einheit bzw. dem diese enthaltenden Gehäuse verbindbar.  
25 Umfasst sind aber auch herkömmliche Filterscheiben, Streulichtscheiben  
oder Lichtwellenkonverter, wie sie in der Anmeldung DE 100 06 286.5  
beschrieben werden.

Die Begriffe „enthalten“ und „umfassen“ im Sinne der Erfindung leiten eine  
nichtabschließende Aufzählung von Merkmalen ein.

30 Die Erfindung beruht auf der überraschenden Erkenntnis, dass sich das Licht  
eines Leuchtdioden-Arrays mit gutem Wirkungsgrad auch ohne eine

reflektorisch arbeitende Sammeloptik oder Sammellinsen auf die Lichteintrittsöffnung eines Lichtleiters bündeln und in diesen einkoppeln lässt.

Wesentlich für die Erzielung einer hohen Lichtleistung ist dabei die Erkenntnis, dass ein enger Zusammenhang zwischen der erzielbaren  
5 Lichtleistung und dem Abstrahlwinkel der lichtemittierenden Elemente, deren Abstand von der Lichteintrittsfläche sowie ihrer Ausrichtung zueinander sowie zu dem Lichtleiter besteht. Diese Abhängigkeit besteht darin, dass es besonders günstig ist, wenn die Lichtkegel der lichtemittierenden Elemente jeweils möglichst vollständig die Lichteintrittsfläche des Lichtleiters  
10 ausleuchten, d.h. die durch die Strahlenkegel ausgeleuchteten Flächen entsprechen im wesentlichen der Fläche der Eintrittsöffnung. Da der Querschnitt der Eintrittsöffnung fest vorgegeben ist, ergibt sich aus obiger Forderung über den Öffnungswinkel der Abstand der lichtemittierenden Elemente zur Eintrittsfläche. Würde dieser Abstand vergrößert, würde ein  
15 Teil des Lichtkegels an dem Lichtleiter vorbeileuchten und damit nicht nutzbar sein. Bei einem kleineren Abstand zum Lichtleiter, würde die Anzahl der lichtemittierenden Elemente, die auf dem Array Platz finden, reduziert werden.

Wie in den Ausführungsbeispielen beschrieben, ist es bei Berücksichtigung  
20 dieser Abhängigkeiten möglich, Anordnungen zu finden, bei denen der überwiegende Teil der von den einzelnen lichtemittierenden Elemente in Lichtkegeln emittierten Strahlung in einen Lichtleiter eingekoppelt und somit zu einem Behandlungsort geleitet wird und gleichzeitig eine möglichst große Anzahl von lichtemittierenden Elementen in dem Array integriert werden  
25 kann. Beides trägt zu einer möglichst hohen Lichtleistung des Bestrahlungsgerätes bei.

Geringe Unterschiede im Grad der Ausleuchtung, wie sie dadurch zwangsläufig zustande kommen, dass die eher im Zentrum angeordneten lichtemittierenden Elemente ein näherungsweise kreisförmiges Beleuchtungsmuster, und die weiter am Rand angeordneten lichtemittierenden Elemente  
30 hingegen ein eher elliptisches Muster erzeugen, sind unvermeidlich und ohne größere praktische Relevanz. Wichtiger ist vielmehr, dass der Abstand der zentralen lichtemittierenden Elemente in der in den Abbildungen gezeigten

Anordnungen derart bemessen ist, dass auch die elliptischen Leuchtflecke der am Rand gelegenen Elemente noch vollständig gesammelt werden können und nicht an der Eintrittsfläche vorbeileuchten.

Wesentlich ist dabei auch, dass die Strahlen unmittelbar auf die Eintrittsfläche gestrahlt werden, d.h. nicht in ihrer Richtung durch z.B. Sammellinsen oder reflektorisch arbeitende Kondensor-Optiken abgelenkt werden, da eine solche Ablenkung immer nur für einen kleinen Anteil der Strahlen günstig in Bezug auf ihre Einkoppelbarkeit in einen Lichtleiter ist. Strahlen mit schon geringfügig anderer Richtung können aber nach der Ablenkung nicht mehr genutzt werden, weil sie an der Eintrittsöffnung vorbeileuchten oder der maximale Winkel, unter dem Strahlen noch in einen Lichtleiter eingekoppelt werden können, dem sogenannten Akzeptanzwinkel, überschritten ist.

Überraschenderweise lässt sich durch die erfindungsgemäße Anordnung der lichtemittierenden Elemente in mindestens zwei von einander getrennten Ebenen die mit dem Bestrahlungsgerät erzielbare Lichtleistung sogar noch erhöhen, ohne dass zwischen den Ebenen lichtleitende oder lichtfokussierende Elemente vorhanden zu sein brauchen.

Vorteilhaft ist auch, dass sich durch diese Anordnung das Bestrahlungsgerät verhältnismäßig kompakt und handlich gestalten lässt, ohne dass die zur Verfügung stehende Lichtleistung darunter leidet.

Auch bei der Anordnung in mindestens zwei Ebenen ist es besonders vorteilhaft, wenn die Lichtkegel die Eintrittsfläche im wesentlichen vollständig ausleuchten. Da die Ebenen in unterschiedlichem Abstand zu der Eintrittsöffnung angeordnet sind, sind unterschiedliche Abstrahlwinkel der lichtemittierenden Elemente in den einzelnen Ebenen vorteilhaft.

Lichtemittierende Elemente, die in der ersten, der Eintrittsöffnung am nächsten gelegenen Ebene angeordnet sind, weisen vorzugsweise einen größeren Abstrahlwinkel auf als die übrigen lichtemittierenden Elemente der nachgeordneten Ebene(n). Dies ist insbesondere auch deshalb vorteilhaft, da lichtemittierende Elemente mit einem relativ großen Abstrahlwinkel von z.B.  $\pm 30^\circ$  (z.B. Nichia NSPB 310A) ca. 70% ihrer gesamten Strahlung in den nach vorne gerichteten und nutzbaren Lichtkegel emittieren. Für

lichtemittierende Elemente mit engeren Abstrahlwinkeln von z.B. +/- 15° (z.B. Nichia NSPB 300A) beträgt dieser Anteil nur noch etwa 50%. Der Rest der Strahlung wird seitlich und nicht nutzbar abgestrahlt. Lichtemittierende Elemente, die weiter vom Lichtleiter entfernt sind, müssen ihr Licht aber in  
5 engere Lichtkegel emittieren, damit diese vollständig auf der Eintrittsöffnung auftreffen und somit gesammelt werden können.

Vorteilhaft ist auch, wenn der Abstand der einzelnen Ebenen zum Lichtleiter und untereinander so klein wie möglich ist. Ein Abstand zwischen den einzelnen Ebenen, der im wesentlichen der Baulänge der verwendeten  
10 lichtemittierenden Elemente entspricht, hat sich als günstig erwiesen.

Gegebenenfalls wird die lichtemittierende Einheit mit einer transparenten Scheibe abgedeckt sein, um die lichtemittierenden Elemente bei abgenommenen Lichtleiter vor Feuchtigkeit und Verschmutzung zu schützen. Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, diese Abdeckscheibe in Form  
15 einer Prismenscheibe auszuführen, da dadurch die Lichtleistung nochmals gesteigert werden kann. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass die Prismenscheibe die unmittelbare Bestrahlung der Eintrittsfläche der Lichtaufnehmenden Einheit nicht stört, d.h. die Richtung der auf diese gerichteten Lichtstrahlen nicht beeinflusst, aber auch nicht abschwächt.  
20 Letzteres kann leicht durch eine optische Vergütung erreicht werden.

Eine Prismenscheibe im Sinne der Erfindung ist eine transparente Vorrichtung in der Form eines verhältnismäßig flachen Kegelstumpfes mit einer ebenen Ober- und im Durchmesser kleineren Unterseite, wobei der Durchmesser der Unterseite im wesentlichen dem Durchmesser der  
25 lichtaufnehmenden Einheit entspricht.

Die Prismenscheibe verfügt über zwei sich optisch unterschiedlich verhaltende Bereiche, einem planen zylinderförmigen Bereich und einem rotationssymmetrischen prismenförmigen Randbereich. Die Prismenscheibe weist keinen einheitlichen Brennpunkt auf und funktioniert überwiegend nach  
30 refraktorischen und nicht nach reflektorischen Gesichtspunkten.

Die zylinderförmige Einheit lenkt senkrecht auftreffende Lichtstrahlen nicht und schräg auftreffende Lichtstrahlen gemäß dem Snellius'schen



Brechungsgesetz ab, wobei zwischen ein- und austretendem Strahl lediglich eine geringfügige Parallel-Verschiebung resultiert. Die Richtung der Strahlen bleibt jedoch im wesentlichen unverändert.

Die Funktion des prismenförmigen Randbereichs besteht darin, Licht, das  
5 von den der Eintrittsöffnung am nächsten liegenden lichtemittierenden Elementen trotz optimierter Anordnung seitlich an der Eintrittsöffnung vorbeigestrahlt werden würde, gerichtet auf die Eintrittsöffnung umzulenken.

Die Eintrittsöffnung wird durch Anbringen einer solchen Prismenscheiben im Durchmesser optisch gleichsam vergrößert, ohne, dass im Zentralbereich  
10 eine nennenswerte Störung des Strahlenganges erfolgt.

Die Prismenscheibe kann sowohl mit der Unterseite als auch mit der Oberseite parallel zur lichtaufnehmenden Einheit orientiert werden.

Denkbar ist auch, zwei Prismenscheiben aufeinander zu legen, sodass ein diskusförmiges Gebilde entsteht.

15 Die Prismenscheibe kann aus Glas oder transparentem Kunststoff gefertigt sein. Das Material weist vorzugsweise einen Brechungsindex im Bereich von 1,4 bis 1,6 auf.

Vorzugsweise ist die Prismenscheibe in einem Abstand, der ihrer Stärke bzw. Höhe entspricht, parallel zur Eintrittsöffnung des lichtaufnehmenden  
20 Elements angeordnet. Der Raum zwischen Prismenscheibe und Eintrittsöffnung ist üblicherweise luftgefüllt.

Die lichtemittierenden Elemente werden vorzugsweise auf nur einer, üblicherweise flachen Platine montiert, um Fertigungskosten zu sparen. Durch eine unterschiedliche Länge der Anschlussdrähte für die lichtemittierenden Elemente lassen sich einzelne, voneinander getrennte Ebenen  
25 erzeugen.

Das Problem der Abfuhr der beim Betrieb des Bestrahlungsgerätes von den lichtemittierenden Elementen erzeugten Wärme lässt sich durch Verwendung einer doppelseitig kaschierten Platine lösen. Hierzu werden die die  
30 Verlustwärme erzeugenden Kathoden auf der Unterseite und die Anoden auf der Oberseite angebracht. Da sich auf der Platinenunterseite üblicherweise

eine Wärmesenke, beispielsweise in Form eines Cu- oder Al-Körpers, befindet, ist die Wärmeübertragung verbessert.

Das Bestrahlungsgerät verfügt üblicherweise auch über eine elektronische Steuereinheit zur Steuerung von Spannung und Stromstärke für die  
5 lichtemittierenden Elemente, eine Speichereinheit für elektrische Energie, wie Batterien oder Akkumulatoren, vorzugsweise Lithiumionen-, NiMH- oder Ni/Cd-Akkumulatoren, eine Anzeigeeinheit und ein Gehäuse.

Das Gehäuse ist vorzugsweise derart gestaltet, dass es im wesentlichen eine spaltenfreie Oberfläche aufweist, in die die Anzeigeeinheit integriert ist.

10

Bevorzugte Ausführungsbeispiele werden nachstehend anhand der Zeichnungen erläutert.

Figur 1 zeigt einen Längsschnitt durch das Bestrahlungsgerät.

Figur 2 zeigt eine vergrößerte Darstellung des vorderen Teils des Geräts  
15 nach Figur 1.

Figur 3 zeigt eine weitere Ausführungsform des Frontbereichs des Bestrahlungsgeräts.

Das in Figur 1 gezeigte Handgerät zum Bestrahlen von dentalen Kunst-  
20 stoffen enthält im vorderen Bereich eines im wesentlichen zylindrischen Gehäuses (10) eine lichtemittierende Einheit (11) in Form eines Leuchtdioden-Arrays mit beispielsweise fünfzig einzelnen lichtemittierenden Elementen (12), wie Leuchtdioden, bei denen es sich auch um Laserdioden handeln kann.

25 Die lichtemittierenden Elemente (12) werden aus einer, im hinteren Teil des Gehäuses (10) angeordneten Batterie (13) über eine Treiberstufe (14) gespeist, die von einer Steuerschaltung (15) zeitgesteuert wird. Die Steuerschaltung (15) ist mit einem seitlich am Gehäuse (10) angeordneten Einschalttaster (16) und einer ebenfalls seitlich am Gehäuse (10) ange-  
30 ordneten Anzeigediode (17) verbunden. Aus dem vorderen konischen Ende

des Gehäuses (10) ragt eine lichtaufnehmende Einheit (18) in Form eines an seinem vorderen Ende gekrümmten Lichtleiterstabs heraus.

Die lichtemittierenden Elemente (12) sind in dieser Ausführungsform in einer ebenen Halteplatte (19) derart angeordnet, dass ihre optischen Achsen  
5 einander in einem Fokusbereich (20) schneiden, der an dem innerhalb des Gehäuses (10) befindlichen, mit einer Antireflexionsschicht versehenen Eintrittsende der lichtaufnehmenden Einheit (18) liegt.

Der mit dem Abstand von der Mittelachse zunehmende Winkel, um den die optische Achse jedes lichtemittierenden Elements (12) gekippt ist, ist unter  
10 Berücksichtigung der Strahlkegelöffnung und des Abstands vom Lichtleiterstab (18) so gewählt, dass im wesentlichen das gesamte Strahlungsbündel der lichtemittierenden Elemente (12) auf die Eintrittsfläche des Lichtleiterstabes (18) fällt und diesen im wesentlichen vollständig ausleuchtet. Damit das, auf die Lichteintrittsfläche treffende Licht auch für die Bestrahlung des  
15 Behandlungsortes genutzt werden kann, muss es in den Lichtleiter eingekoppelt werden. Deshalb darf der Winkel, unter dem die Strahlen auf die Eintrittsfläche auftreffen nicht größer als der maximale Akzeptanzwinkel des Lichtleitstabes sein. Dies begrenzt die Anzahl der lichtemittierenden Elemente, die in der gezeigten Anordnung sinnvollerweise integriert werden  
20 können. Wenn der Abstand der lichtemittierenden Elemente zu der Eintrittsfläche bei in diesem Falle möglichst engem Abstrahlwinkel der lichtemittierenden Elemente derart gewählt ist, dass der Lichtleiter möglichst vollständig ausgeleuchtet wird und auch möglichst kein Licht an diesem vorbeileuchtet, ist ein Optimum der Anzahl von Elementen gegeben.  
25 Abstrahlwinkel der lichtemittierenden Elemente im Bereich von etwa  $\pm 15^\circ$  haben sich bei diesem Ausführungsbeispiel besonders bewährt.

Anstelle der oben beschriebenen planaren Anordnung können die lichtemittierenden Elemente auch an einer gekrümmten, insbesondere sphärischen, zum Fokusbereich hin konkaven Fläche angeordnet sein. Dies  
30 hat den Vorteil, dass dann die Abstände der lichtemittierenden Elemente zu dem Lichtleiter identisch sind, was bei einer ebenen Anordnung nicht exakt erreicht werden kann. Die Größen der Leuchtflecken, die durch die einzelnen

Leuchtkegel auf der Lichteintrittsöffnung erzeugt werden stimmen dann noch besser mit dieser überein.

Jeweils eine der Zuleitungen der lichtemittierenden Elemente (12), vorzugsweise die Kathode, ist mit einem Körper (21) aus einem Werkstoff  
5 hoher Wärmeleitfähigkeit und -kapazität, vorzugsweise Kupfer und/oder Aluminium, thermisch verbunden, der als Wärmesenke für die Leuchtdioden (12) herangezogen wird.

Da die lichtemittierenden Elemente (12) in dieser Ausführungsform in einer gemeinsamen planaren oder gekrümmten Ebene liegen, hat der  
10 Wärmesenkekörper (21), der für optimale Wirkung möglichst nahe an den lichtemittierenden Elementen (12) angeordnet sein soll, in dieser Ausführungsform die Gestalt einer zu der Haltescheibe (19) parallel angeordneten planparallelen Scheibe. Dies ist unter dem Gesichtspunkt sowohl eines geringen Herstellungsaufwandes als auch einer gedrängten  
15 Bauform günstig.

Figur 3 zeigt eine weitere Ausführungsform des Frontbereichs des Bestrahlungsgeräts im Querschnitt mit einer lichtemittierenden Einheit (11), einer lichtaufnehmenden Einheit (18), einer Mehrzahl lichtemittierenden Elementen (12), die auf drei Ebenen angeordnet sind (12a, 12b, 12c), wobei  
20 der Öffnungswinkel der lichtemittierenden Elemente der ersten Ebene (12a), die der Eintrittsöffnung am nächsten angeordnet ist, größer ist, als der Öffnungswinkel der lichtemittierenden Elemente der zweiten (12b) und dritten Ebene (12c), die von der Eintrittsöffnung weiter entfernt angeordnet sind.

Die lichtemittierenden Elemente der ersten und zweiten Ebene sind auf einer  
25 Ringfläche angeordnet, während sich die lichtemittierenden Elemente der dritten Ebene auf einer Kreisfläche befinden. Angedeutet ist auch der je nach Ebene unterschiedliche Verkippsgrad der lichtemittierenden Elemente zur Ringmitte hin. Damit ist sichergestellt, dass die Leuchtkegel der zweiten und dritten Ebene zum einen an den lichtemittierenden Elementen der  
30 vorgelagerten Ebenen vorbeileuchten können, zum anderen aber auf die Lichteintrittsöffnung auftreffen und diese vollständig ausleuchten.

In dem gezeigten Ausführungsbeispiel befindet sich zwischen lichtemittierender Einheit (11) und lichtaufnehmender Einheit (18) eine Prismenscheibe (22), die in ihrem Randbereich das von den lichtemittierenden Elementen der ersten Ebene (12a) seitlich an der Eintrittsöffnung der lichtaufnehmenden Einheit vorbei gestrahlte Licht zur Eintrittsöffnung hin brechen.  
5 Mit der Prismenscheibe, kann insbesondere auch der Durchmesser der ersten Ebene vergrößert werden. Damit findet zum einen eine größere Anzahl von lichtemittierenden Elementen auf diesem Ring Platz, zum anderen vergrößert sich die kreisförmige Öffnung im Zentrum dieser Ebene, 10 wodurch auch in den nachgelagerten Ebenen eine größere Anzahl von lichtemittierenden Elementen untergebracht werden kann. Durch den planaren Zentralbereich, dessen Durchmesser dem Durchmesser der Leiteintrittsöffnung in etwa entspricht, ist sichergestellt, dass diese nach wie vor unmittelbar bestrahlt werden kann, d.h. die auf diese gerichtete Strahlen 15 nicht in ihrer Richtung abgelenkt werden. Mit dem prismenförmigen Randbereich wird aber zusätzlich Strahlung auf den Lichtleiter gelenkt, die somit die Lichtleistung des Gerätes weiter steigert.

Die lichtemittierenden Elemente sind im gezeigten Ausführungsbeispiel alle auf einer Halteplatte (19) montiert, an die sich auf der Unterseite eine 20 Wärmesenke (21) in Form eines Cu-Körpers befindet.

Das erfindungsgemäße Belichtungsgerät findet insbesondere im Medizinbereich, vorzugsweise im Dentalbereich Anwendung und kann einerseits zum Ausleuchten des Behandlungsortes oder zum Bestrahlen von durch Licht härtbaren Massen, insbesondere dentalen Füllungsmaterialien, wie 25 Compositen, Compomeren oder Glasionomerkementen dienen.

Im Gebrauch wird das Austrittsende des Lichtleiterstabes auf die Behandlungsstelle, etwa eine auszuhärtende Zahnfüllung, gerichtet und der Einschalttaster gedrückt, wodurch die Leuchtdioden beaufschlagt werden und gleichzeitig die Anzeigeeinheit eingeschaltet wird. Nach einer 30 vorgegebenen oder einstellbaren Zeitspanne schaltet die Steuerschaltung die Stromzufuhr zu den Leuchtdioden und der Anzeigeeinheit ab.

Bezugszeichenliste:

- |    |    |  |
|----|----|--|
|    | 10 | Gehäuse                                  |
|    | 11 | lichtemittierende Einheit/Array          |
|    | 12 | lichtemittierende Elemente/Leuchtdioden  |
| 5  | 13 | Batterie                                 |
|    | 14 | Treiberstufe                             |
|    | 15 | Steuerschaltung                          |
|    | 16 | Einschalttaster                          |
|    | 17 | Anzeigeeinheit                           |
| 10 | 18 | lichtaufnehmende Einheit/Lichtleiterstab |
|    | 19 | Halteplatte                              |
|    | 20 | Fokusbereich                             |
|    | 21 | Wärmesenkenkörper                        |
|    | 22 | Prismenscheibe                           |

### Patentansprüche

1. Bestrahlungsgerät, umfassend eine lichtemittierende Einheit und eine  
5 lichtaufnehmende Einheit mit einer Eintrittsöffnung, wobei die  
lichtemittierende Einheit eine Mehrzahl von lichtemittierenden  
Elementen umfasst, deren in Form eines Kegels gerichtet emittierte  
Lichtstrahlen auf die Eintrittsöffnung gerichtet sind und diese  
unmittelbar bestrahlen, wobei die Abstände der lichtemittierenden  
10 Elemente von der Eintrittsöffnung, die Öffnung der Strahlenkegel der  
lichtemittierenden Elemente, sowie die Neigungswinkel ihrer optischer  
Achsen derart gewählt sind, dass die durch die jeweiligen  
Strahlenkegel ausgeleuchteten Flächen, im wesentlichen der Fläche  
der Eintrittsöffnung entsprechen.
- 15 2. Bestrahlungsgerät nach Anspruch 1, wobei die lichtemittierenden  
Elemente mit unterschiedlichen Neigungswinkeln in einer im  
wesentlichen planaren Halterung angeordnet sind.
3. Bestrahlungsgerät nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei  
die lichtemittierenden Elemente in mindestens zwei Ebenen parallel  
20 zur Eintrittsöffnung angeordnet sind, und wobei die lichtemittierenden  
Elemente der der Eintrittsöffnung nächstliegenden Ebene auf einer  
Ringfläche und die lichtemittierenden Elemente der der Eintrittsöffnung  
am weitesten entfernt liegenden Ebene auf einer Kreisfläche  
angeordnet sind, wobei der von den Elementen der von der  
25 Eintrittsöffnung am weitesten entfernt liegenden Ebene emittierte  
Lichtkegel im wesentlichen vollständig durch die jeweils oberhalb  
angeordnete Ringöffnung der vorgelagerten Ebene hindurch auf die  
Eintrittsöffnung trifft, und wobei sich im Bereich zwischen den  
mindestens zwei Ebenen keine zusätzlichen lichtfokussierenden oder  
30 lichtleitenden Elemente befinden.
4. Bestrahlungsgerät nach Anspruch 3, wobei die lichtemittierenden  
Elemente auf drei Ebenen angeordnet sind.

5. Bestrahlungsgerät nach einem der Ansprüche 3 oder 4, wobei der Durchmesser des Kreises der der Eintrittsöffnung nächstliegenden Ebene, gemessen an der Spitze der lichtemittierenden Elemente im wesentlichen dem Durchmesser der Eintrittsöffnung entspricht.
- 5 6. Bestrahlungsgerät nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei der Durchmesser des Rings der ringförmig angeordneten lichtemittierenden Elemente größer ist als der Durchmesser der Kreisfläche der von der Eintrittsöffnung am weitesten entfernt liegenden Ebene.
7. Bestrahlungsgerät nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei der  
10 Abstand der einzelnen Ebenen im wesentlichen der Länge eines lichtemittierenden Elements entspricht.
8. Bestrahlungsgerät nach einem der Ansprüche 3 bis 7, wobei die Lichtkegel der lichtemittierenden Elemente der ersten und zweiten und der gegebenenfalls vorhandenen dritten Ebene unterschiedliche  
15 Öffnungswinkel aufweisen.
9. Bestrahlungsgerät nach einem der Ansprüche 3 bis 8, wobei der Öffnungswinkel der lichtemittierenden Elemente der der Eintrittsöffnung am nächsten liegenden Ebene größer ist als der Öffnungswinkel der lichtemittierenden Elemente der der Eintrittsöffnung  
20 entfernter liegenden anderen Ebenen.
10. Bestrahlungsgerät nach einem der Ansprüche 3 bis 9, wobei die lichtemittierenden Elemente, die ringförmig angeordnet sind, um einen Winkel im Bereich von  $10^\circ$  bis  $30^\circ$  zum Ringzentrum hin verkippt sind.
11. Bestrahlungsgerät nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei  
25 die lichtemittierenden Elemente mit einem Gehäuse thermisch verbunden sind.
12. Bestrahlungsgerät nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die lichtemittierenden Elemente auf einer ebenen Halteplatte montiert sind.
- 30 13. Bestrahlungsgerät nach Anspruch 12, wobei es sich bei der Halteplatte um eine doppelseitig kaschierte Platine handelt, auf der die



Anoden der lichtemittierenden Elemente auf der Oberseite und die Kathoden auf der Rückseite der Platine kontaktiert sind.

14. Bestrahlungsgerät nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die lichtaufnehmende Einheit gewählt ist aus einem starren  
5 Lichtleiterstab oder einem flexiblen Lichtleiter.
15. Bestrahlungsgerät nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei sich zwischen lichtemittierender Einheit und lichtaufnehmender Einheit eine Prismenscheibe befindet.
16. Bestrahlungsgerät nach Anspruch 15, wobei die Prismenscheibe die  
10 Form eines flachen Kegelstumpfes hat, dessen kleinerer Durchmesser im wesentlichen dem Durchmesser der Eintrittsöffnung entspricht.
17. Bestrahlungsgerät nach einem der Ansprüche 3 bis 16, wobei der Durchmesser der Eintrittsöffnung im Bereich von 8 bis 14 mm liegt und sich in der ersten Ebene 8 bis 15, in der zweiten Ebene 5 bis 12 und in  
15 der gegebenenfalls vorhandenen dritten Ebene 1 bis 7 lichtemittierende Elemente befinden.

Fig. 1

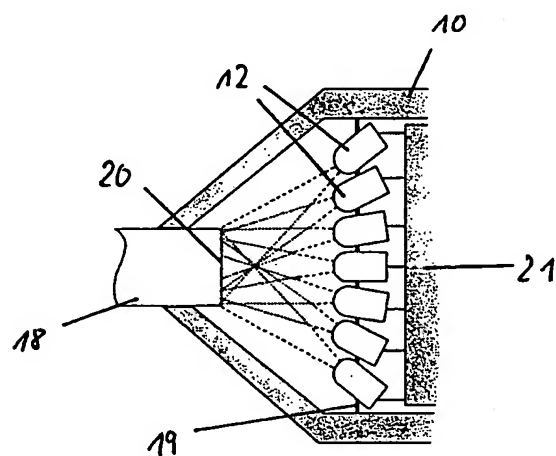
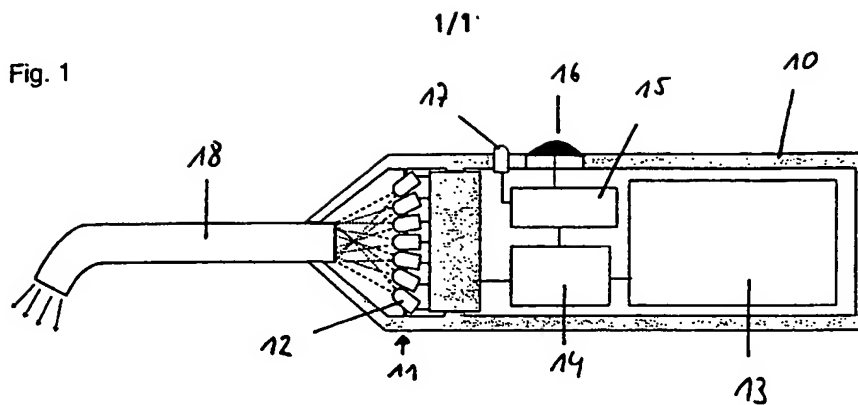
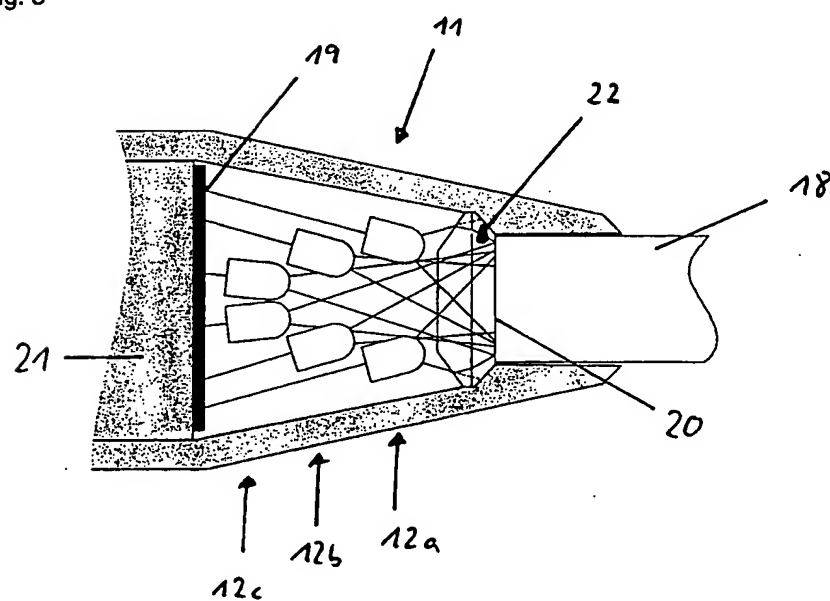


Fig. 2

Fig. 3



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 00/08058

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 A61C13/15

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 A61C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 99 35995 A (KERR CORP) 22 July 1999 (1999-07-22) cited in the application page 13, line 16 -page 14, line 6 page 14, line 12-19 page 22, line 19 -page 23, line 3 figures 1,4	1,2,11, 12,14,15
A	WO 99 16136 A (UNIV BRISTOL ;JANDT KLAUS DIETER (GB); MILLS ROBIN WALTER (GB)) 1 April 1999 (1999-04-01) cited in the application page 6, paragraph 3 -page 7, paragraph 1 page 9, line 8-15 page 10, line 2 figures 2-4,6	1-4, 11-16

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*A\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 November 2000

Date of mailing of the international search report

22/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Chabus, H

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte onal Application No  
PCT/EP 00/08058

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US 5 549 660 A (IRON GIDEON ET AL) 27 August 1996 (1996-08-27) column 3, line 20-24 figure 3</p>	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/08058

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 9935995	A	22-07-1999	AU	2236899 A	02-08-1999
WO 9916136	A	01-04-1999	GB	2329756 A	31-03-1999
			AU	9178398 A	12-04-1999
			BR	9813223 A	29-08-2000
			EP	1019970 A	19-07-2000
US 5549660	A	27-08-1996	US	5259380 A	09-11-1993
			JP	7100219 A	18-04-1995
			US	5500009 A	19-03-1996

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Info: nationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/08058

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 A61C13/15

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 A61C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 99 35995 A (KERR CORP) 22. Juli 1999 (1999-07-22) in der Anmeldung erwähnt Seite 13, Zeile 16 -Seite 14, Zeile 6 Seite 14, Zeile 12-19 Seite 22, Zeile 19 -Seite 23, Zeile 3 Abbildungen 1,4	1,2,11, 12,14,15
A	WO 99 16136 A (UNIV BRISTOL ;JANDT KLAUS DIETER (GB); MILLS ROBIN WALTER (GB)) 1. April 1999 (1999-04-01) in der Anmeldung erwähnt Seite 6, Absatz 3 -Seite 7, Absatz 1 Seite 9, Zeile 8-15 Seite 10, Zeile 2 Abbildungen 2-4,6	1-4, 11-16
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindungsgemäßer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindungsgemäßer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. November 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

22/11/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Chabus, H

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter. nutes Aktenzeichen

PCT/EP 00/08058

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>US 5 549 660 A (IRON GIDEON ET AL)  27. August 1996 (1996-08-27)  Spalte 3, Zeile 20-24  Abbildung 3</p>	1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Aktenzeichen  
PCT/EP 00/08058

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9935995	A	22-07-1999	AU	2236899 A	02-08-1999
WO 9916136	A	01-04-1999	GB	2329756 A	31-03-1999
			AU	9178398 A	12-04-1999
			BR	9813223 A	29-08-2000
			EP	1019970 A	19-07-2000
US 5549660	A	27-08-1996	US	5259380 A	09-11-1993
			JP	7100219 A	18-04-1995
			US	5500009 A	19-03-1996



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**